



TRANSPORTE DE NITROGÊNIO E EFICIÊNCIA DE USO DA ÁGUA EM PLANTAS DE *ANADENANTHERA FALCATA* (BENTH.) SPEG SOB CONCENTRAÇÃO ELEVADA DE CO₂, DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE NITROGÊNIO E DÉFICIT HÍDRICO

J.G. Silva

F L. Macedo; M. P. M. Aidar

Instituto de Botânica, Departamento de Fisiologia e Bioquímica, Av. Miguel Stéfano nº 3687, 04301 - 902, Água Funda, São Paulo, Brasil. Telefone: (11) 5073 - 6300 Fax: (11) 5073 - 3678 janainagomes@itelefonica.com.br

INTRODUÇÃO

O efeito estufa é um processo natural que mantém a Terra aquecida proporcionando a existência da vida no planeta. Os gases responsáveis pelo efeito estufa são dióxido de carbono (CO₂), vapor de água (H₂O), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O) e ozônio (O₃) (Tsukamoto, 2003). Dentre estes, o dióxido de carbono é o gás com maior emissão de origem antropogênica, e por isso é o que tem a maior contribuição nas mudanças climáticas globais (Bernoux *et al.*, 2006). O início da queima de combustíveis fósseis na revolução industrial provocou um grande aumento na concentração de CO₂ atmosférico, de aproximadamente 280 ppm (partes por milhão) na era pré - industrial, para 379 ppm hoje anos (Forster *et al.*, 007).

Tem havido uma crescente preocupação sobre o que ocorrerá com os ecossistemas, quais são as respostas dadas pelas plantas a essas mudanças e o tipo de resposta pode ter influência dos nutrientes presentes no solo. Trabalhos sobre a relação entre disponibilidade de nutrientes e elevado CO₂ mostram que os efeitos positivos do CO₂ ocorrem somente se a planta apresentar alta eficiência no uso dos nutrientes limitantes (Arp *et al.*, 998). Entre os nutrientes limitantes de crescimento está o nitrogênio (N), que constitui moléculas importantes, como proteínas e ácidos nucleicos (Werner & Schmidt, 2002).

A disponibilidade de água também pode alterar a resposta ao elevado CO₂, isso porque o status hídrico e a concentração interna de CO₂ controlam a abertura estomática, sendo assim o ganho de C e a perda de água pela planta processos intimamente acoplados (Arp *et al.*, 998) e alteram a eficiência do uso da água (EUA) da planta. Secas induzem uma redução do conteúdo hídrico da planta e consequentemente alteram seu potencial hídrico, fotossíntese e metabolismo de N gerando uma redução no crescimento da planta (Garcia *et al.*, 007). A composição de compostos nitrogenados transportados no xilema pode refletir mudanças

importantes no metabolismo de N em decorrência de algum estresse que possa estar ocorrendo, segundo Amarante *et al.*, (2006).

< > Este trabalho faz parte do subprojeto Ecofisiologia e Estudos Isotópicos sob coordenação de Dr. Marcos Pereira Marinho Aidar, Instituto de Botânica, no âmbito do Projeto Temático Biota/FAPESP Interação Biosfera - Atmosfera Fase 2: cerrados e Mudanças de Uso da Terra (Processo no. 02/09289 - 9, coordenação Dr. Humberto R. da Rocha IAG/USP) que tem como principal objetivo a quantificação de longo prazo da dinâmica dos fluxos de água, energia e CO₂ no Bioma cerrado localizado no sudeste e centro do Brasil.

OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho foi analisar as alterações ocorridas no transporte de aminoácidos, no uso de nitrogênio e na eficiência do uso da água em plantas de *Anadenanthera falcata* (Benth.) Speg leguminosa dominante no estrato arbóreo da Gleba Pé - de - Gigante, Parque Estadual do Vassununga (fragmento de cerrado), em atmosfera enriquecida de CO₂ sob diferentes concentrações de N e na presença de déficit hídrico.

MATERIAL E MÉTODOS

Condições de crescimento

Após 30 dias da queda dos cotilédones, 240 plantas foram divididas e colocadas em câmaras de topo aberto onde a concentração de CO₂ foi controlada. Em cada câmara, 760 ppm e 380 ppm de CO₂, 120 plantas foram divididas em dois lotes, os quais recebem solução nutritiva diferenciada contendo 1 mM e 4 mM de N na forma de amônio (NH₄⁺) como descrito em Macedo (2007). O regime de rega foi

baseado na metodologia descrita em García *et al.*, (2007), porém com algumas modificações. Alíquotas de 100 ml de água são colocadas no vaso aos poucos até o início da saída da água pelo fundo do vaso. Essa água perdida é medida depois de 20 minutos do início da drenagem. Esse volume de água drenado é subtraído do volume total de água colocado no vaso e o valor obtido é utilizado para regar os outros vasos (foi realizada a média de três vasos por tratamento, para obtenção deste valor).

Após 70 dias do início do experimento em diferentes concentrações de CO₂ foi iniciada a redução da rega. Durante 15 dias, as plantas recebem apenas 50 % do valor calculado para regar os vasos. Após o término destes 15 dias, a quantidade de água foi reduzida para 25 % CC por mais 15 dias e então houve suspensão total da rega por 7 dias.

Análise de crescimento

Ao longo do experimento foram realizadas medidas de altura, número de folhas e área foliar total por planta (n=20). Também foi realizada coleta de material vegetal para determinação de massa seca total (n = 8) por tratamento.

Análise da seiva do xilema

As coletas de seiva “in vivo” foram realizadas através de uma bomba de pressão (PMS Instrument modelo 1000, Oregon EUA) em oito indivíduos por tratamento. As amostras foram congeladas a - 20^o C para análises posteriores. Para análise de aminoácidos foi utilizada a metodologia descrita em Bruijn & Bout (2000) com modificações. As frações de aminoácidos obtidas foram analisadas em Cromatografia de Troca Iônica de Alto Desempenho com detector de pulso amperométrico (HPAEC/PAD) modelo ICS 3000, em coluna Amino-PAC.

Assimilação fotossintética e clorofila

Foram caracterizados os seguintes parâmetros: curvas de resposta à luz (A x PAR) para identificação da fotossíntese máxima (A_{max}) e evapotranspiração. A EUA foi determinada utilizando - se a equação proposta por Guo *et al.*, (2006) que define a EUA a nível foliar como a taxa simultânea de carbono assimilado (A) e de água transpirada (T) através dos estômatos.

Também foi realizada a determinação do conteúdo de clorofila. De cada folha foram pesadas 20 mg e maceradas em 2 ml de acetona 80%. O extrato obtido foi centrifugado por cinco minutos e o sobrenadante lido em espectrofotômetro nos comprimentos de onda 647nm (clorofila a) e 664 nm (clorofila b) sob penumbra. A partir das absorvâncias obtidas foram calculados o conteúdo de clorofila a, clorofila b e clorofila total.

Análise dos dados

A análise dos dados foi realizada através de teste ANOVA (p < 0.05) em programa estatístico WINSTAT (WinSTAT for Excel; R. Fish Software 2002; www.winstat.com).

RESULTADOS

Até os 70 dias, as plantas apresentaram aumento em todos os parâmetros de crescimento, nesse período elas não estavam sob déficit hídrico. É possível observar que os tratamentos 4 mM de N (4N) apresentaram maiores valores em todos os parâmetros de crescimento comparados com

os tratamentos 1mM de N (1N) nas duas concentrações de CO₂. Entre as duas concentrações de CO₂, 380 e 760 ppm e a mesma quantidade de nitrogênio, o tratamento 760 e 4N apresentou maiores valores nos parâmetros de crescimento do que o 380 e 4N. Já os tratamento de 1N apresentam valores semelhantes.

Com o início da redução do fornecimento de água, no geral as plantas diminuíram seu ritmo de crescimento e aos 100 dias com a ausência da rega começaram a apresentar uma queda nos em todos os parâmetros de crescimento. Os tratamentos em 760 ppm de CO₂ apresentaram menor redução comparado com os tratamentos 380 ppm, nas duas concentrações de N.

A partir dos nossos dados pode - se notar que o N mostrou maior efeito no desenvolvimento de todos os parâmetros de crescimentos do que o elevado CO₂. Com o início da redução da rega os efeitos do CO₂ parecem ter se acentuado, com os tratamentos 760 ppm apresentando melhor capacidade de suportar o estresse hídrico.

Essa alteração mostra relação com a EUA das plantas, os tratamentos 760 ppm apresentaram maior EUA do que os tratamentos 380 ppm, numa mesma concentração de N. Até os 70 dias as plantas com maior EUA eram do tratamento 4N comparado com 1N, com a redução da rega o tratamento 380 ppm e 4N ficou igual ao tratamento 760 ppm e 1N, mostrando uma maior queda da EUA nas plantas em CO₂ ambiente do que em alto CO₂. Isso se deve por a maioria das plantas em elevado CO₂ exibirem uma maior assimilação comparada à condição ambiente atual, além de apresentarem queda na condutância estomática que evita a perda da água por transpiração.

As alterações nos níveis de clorofila total e da relação clorofila a/b não mostram relação com nenhum dos fatores estudados, houve maior alteração num mesmo tratamento do que entre tratamentos, mas sem relação com o estresse hídrico.

O transporte de aminoácidos pela seiva do xilema é feito principalmente pelo aspartato, seguido da arginina e asparagina em todos os tratamentos. Com o início da redução da rega, as plantas apresentam queda na quantidade de todos os aminoácidos presentes na seiva.

CONCLUSÃO

É possível concluir que o aumento da disponibilidade de nitrogênio apresenta maiores efeitos positivos nos parâmetros de crescimento do que o aumento da concentração de CO₂. Com o estresse hídrico os efeitos do aumento da concentração de CO₂ se acentuam.

A EUA é maior em plantas com maiores níveis de N, mas com o déficit hídrico a EUA apresenta uma queda maior nas plantas em 380 ppm do que em 760 ppm.

A clorofila total e a relação clorofila a/b não apresentaram relação com as diferentes concentrações de CO₂ e níveis de N fornecido.

O aspartato é o principal aminoácido transportado em seiva de xilema de Angico, em todos os tratamentos.

REFERÊNCIAS

- Amarante, L., Lima, J.D. & Sodek, L. 2006. Growth and stress conditions cause similar changes in xylem amino acids for different legume species. *Environmental and Experimental Botany* 58:123–129.
- Arp, W.J., Van Mierlo, J.E.M., Berenbdse, F. & Snijders, W. 1998. Interactions between elevated CO₂ concentration, nitrogen and water: effects on growth and water use of six perennial plant species. *Plant, Cell and Environment* 21:1 - 11.
- Bernoux, M., Cerri, C.C., Cerri, C.E., Siqueira Neto, M., Meta, A., Perrin, A., Scopeld, E., Razafimbelo, T., Blavet, D., Piccolo, M.C., Pavei, M. & Milne, E. 2006. Cropping systems, carbon sequestration and erosion in Brazil, a review. *Agronomy Sustain.* 1 - 8.
- Bruijn, J.M. & Bout, M. 2000. Analysis of aminoacids in sugarbeet samples: Method development and application. 7th. Symposium of Association Andrew Van Hook for the advancement of knowledge on sugars, Reims, FR.
- Forster, P., Ramaswamy, V., Artaxo, P., Bernsten, T., Betts, R., Fahey, D. W., Haywood, J., Lean, J., Lowe, D. C., Myhre, G., Nganga, J., Prinn, R., Raga, G., Schulz, M. & Van Dorland, R. 2007: Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing. In: Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M. & Miller, H. L. (eds.). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 129 - 234.
- García, A.L., Marcelis, L., Garcia - Sanchez, F., Nicolas, N. & Martinez, V. 2007. Moderate water stress affects tomato leaf water relations in dependence on the nitrogen supply. *Biologia Plantarum* 51(4): 707 - 712.
- Guo, S., Zhou, Y., Song, N. & Shen, Q. 2006. Some Physiological Processes Related to Water Use Efficiency of Higher Plants. *Agricultural Sciences in China* 5(6): 403 - 411.
- Macedo, F.L. 2007. Germinação de sementes, crescimento inicial e preferência no uso de nitrogênio em *Anadenanthera Falcata* (Benth.) Speg (Leguminosae. Mimosoideae). Monografia (graduação em Ciências Biológicas), Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Metodista de São Paulo, São Bernardo do Campo.
- Tsukamoto, A.A.F. 2003. Fixação de carbono em um sistema agroflorestal com eucalipto na região do Cerrado de Minas Gerais. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Werner, R.A. & Schmidt, H.L. 2002. The in vivo nitrogen isotope discrimination among organic plant compounds. *Phytochemistry* 61:465 - 484.